

放射計算を利用した気象庁非静力学モデルの雲調査

長澤 亮二

(気象庁予報部数値予報課)

1. はじめに

現在現業利用されている水平解像度 5km の気象庁非静力学モデル(JMANHM: 荒波他, 2005)では、相対湿度から診断した雲を放射計算に利用している。しかし、この手法では、診断される雲の分布や雲水量などが、実況の雲のそれと大きく異なるため、雲放射の効果を正しく評価することはできない。また、実際の雲より広く分布するため地表面下向き短波放射フラックスが過小評価されることが指摘されている。そこで JMANHM に実装されている雲物理過程 (Ikawa et al. 1991) の雲の特性を調べ、放射計算に利用できるか調査した。

2. 調査方法と JMANHM の設定

雲物理の雲を放射計算に用い、得られた地表面下向き短波放射フラックスを地上観測と比較した。また、雲物理の雲の分布を実況衛星画像と比較した。JMANHM は現業と同じく水平解像度 5km+鉛直 50 層(モデルトップ約 22km)とし放射スキームは北川 (2000)を用いた。放射計算には雲量+雲水(氷)量が必要であるが、雲量は雲物理の雲の混合比+相対湿度から診断して与えた。調査期間は暖候期の 2004 年 6 月 9~11 日、7 月 12~14 日、2005 年 7 月 6~8 日であり(1 日 8 初期値 3h 毎に JMANHM を実行)、予報時間は最大 33 時間である。

3 放射計算によって得られた雲物理の雲の特性

雲物理の雲を放射計算に直接利用すると、相対湿度の雲の場合と比べて気温の鉛直プロファイルが改善するが(長澤・北川 2005)、暖候期に地上気温が著しく過大評価される事例があるため現在は現業利用していない。地上気温の過大評価について調査したところ、調査期間中の統計で地表面下向き短波放射フラックスが最大 +200Wm⁻² 程度過大評価されていることがわかった(図 1)。雲物理の雲が実際の雲と比較して光学的に薄い、または、水平分布が狭い、の二つの理由が考えられるため、放射計算の中で雲を光学的に厚くする感度実験を行ったところ、短波放射フラックスの過大評価はわずかしこ解消されなかった(図省略)。このため、地表面下向き短波放射フラックスが過大評価されるのは、放射計算で雲の光学的厚さが過小評価されているというよりは、むしろモデルの雲の水平分布(雲のありなし)が実際の雲のそれと合っていないためと推測できる。

図 2 に、2004 年 7 月 12 日 03UTC の実況衛星可視画

像、該当する時刻の JMANHM による雲物理量を用いて作成した予想衛星可視画像、同じく JMANHM による前 3 時間積算降水量を示す。実況・予想衛星可視画像からわかるとおり、JMANHM では中・下層雲の分布が実況よりかなり狭い。実況で光学的に分厚い雲が存在するところのみにモデルの中・下層雲が存在し、降水が予想されていない領域には雲はあまり予想されていない。雲物理の雲の分布を高度別に分類すると、中層雲(850~700hPa)と比較して下層雲(850hPa より下層)は相対的にほとんど存在していないことがわかる(図 3)。短波放射の反射に寄与すべき、中・下層雲の水平分布が実況と比べてかなり狭いため地表面下向き短波放射フラックスが過大評価されと考えられる。一方、上層雲(雲氷)は実況より広く分布する傾向があり、OLR が観測より過小評価される傾向がある(図省略)。

5. まとめと今後の課題

JMANHM の雲物理による中・下層雲は、実況と比較して水平分布が狭いため、モデルで雲が表現されていない格子点で地表面下向き短波放射フラックスが過大評価される。JMANHM の雲物理は顕著な擾乱に対応する降水を伴う対流性の雲の表現はよいが、擾乱の端の部分に位置する雲や降水を伴わない層状性の雲の表現が悪いためである。しかしそのような雲は放射収支的に非常に重要である。このため、現状、現業 JMANHM で雲物理の雲をそのまま放射計算に利用することは難しい。

水平解像度 5km で雲表現を向上させるためには、少なくとも雲物理過程に部分凝結を導入する必要があると思われる。また、ほとんど表現できていない下層雲の表現を向上させるためには、下層雲表現向上に特化したパラメタリゼーションを導入することが重要であろう。降水など地上要素だけでなく、モデルの雲そのものにも注目してモデル開発を進めていく必要がある。

参考文献

- Ikawa, M., H. Mizuno, T. Matsuo, M. Murakami, Y. Yamada, and K. Saito, 1991: Numerical modeling of the convective snow cloud over the Sea of Japan. *J. Meteor. Soc. Japan*, **69**, 641-667.
- 荒波恒平, 山田芳則, 藤田司, 石田純一, 原旅人, 大森士郎, 長澤亮二, 熊谷小緒里, 2005: “現業非静力学モデルの 5km 化について”, 日本気象学会 2005 年度秋季大会講演予稿集, D159.

北川裕人, 2000: 放射過程, 数値予報課報告・別冊第 46 号, 気象庁予報部, 16-31.

長澤亮二, 北川裕人, 2005: “気象庁非静力学モデルの

放射スキームの改良について”, 日本気象学会 2005 年度春季大会講演予稿集, B403.

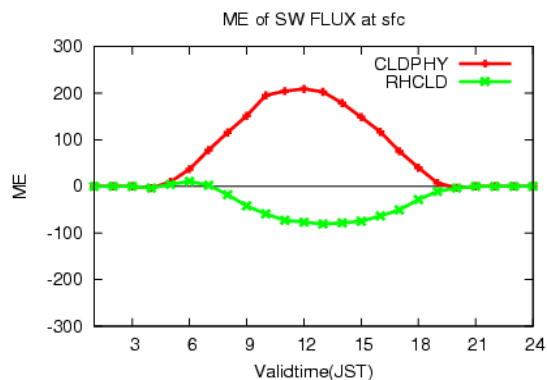


図1 地表面下向き短波放射フラックスの地上観測に対する Mean Error (Wm^{-2}) の時系列 (調査期間中の統計)
CLDPHY: 雲物理の雲 RHCLD:RH診断雲

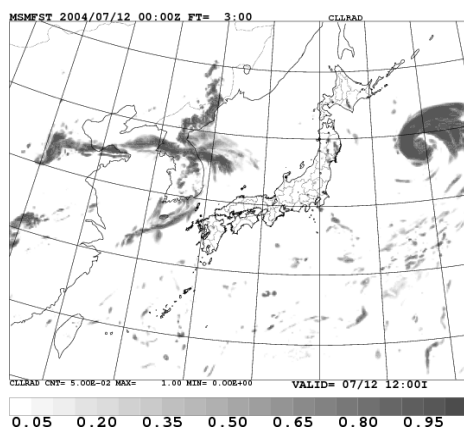
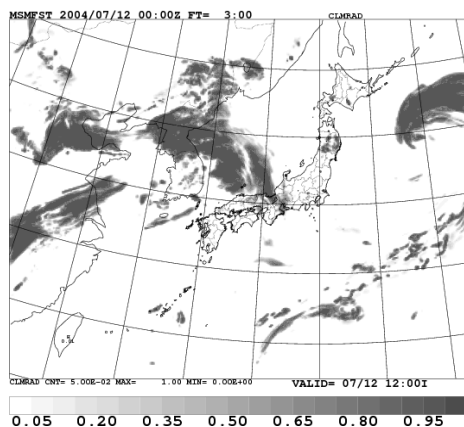
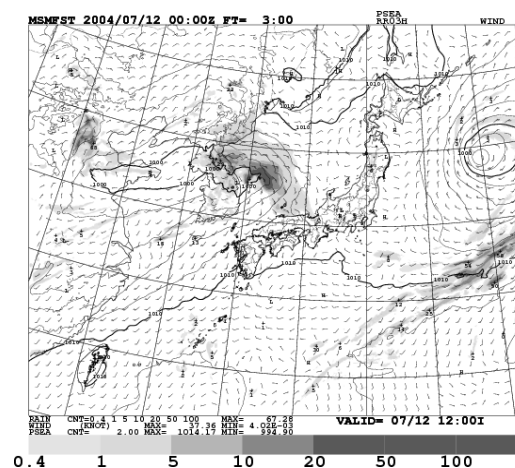
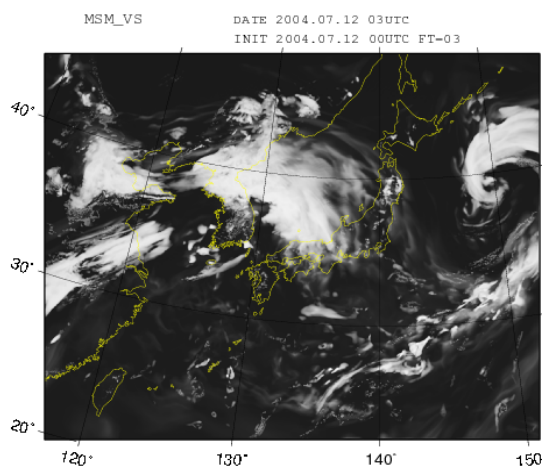
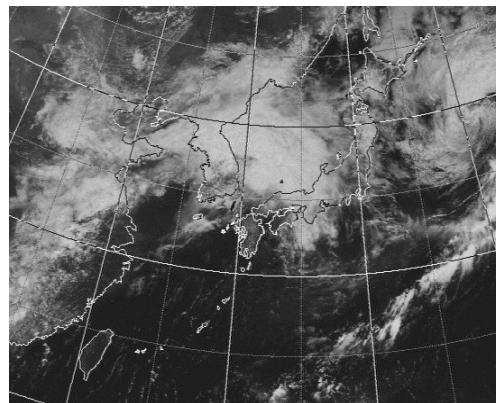


図 3 雲物理の雲から求めた、上段) 中層雲量, 下段) 下層雲量(2004 年 7 月 12 日 00UTC 初期値の3時間予報)

図2 上段) 2004年7月12日03UTCの実況衛星可視画像, 該当する時刻の、中段) 予想衛星可視画像, 下段) 前3時間積算降水量 (2004年7月12日00UTC初期値の3時間予報)